

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
16. Juni 2005 (16.06.2005)

PCT

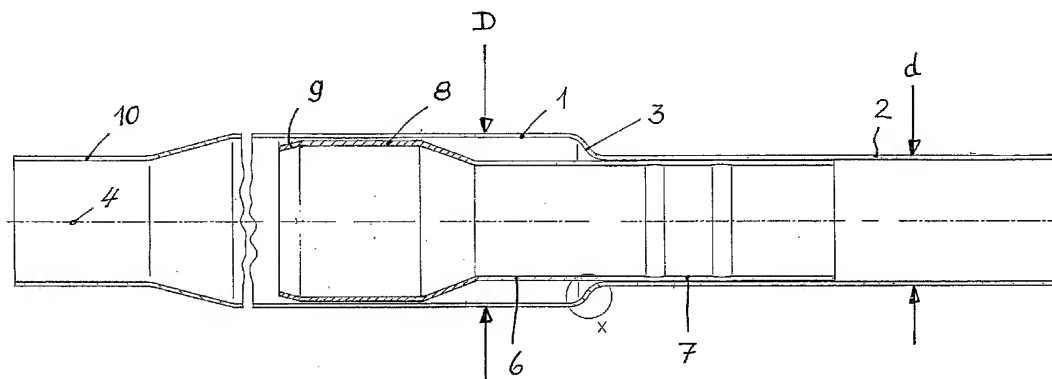
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/054693 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F16C 3/02**, (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ROTAFORM GMBH** [DE/DE]; Dieselstrasse 2, 75203 Königsbach-Stein (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/013702 (72) Erfinder; und
- (22) Internationales Anmeldedatum: 2. Dezember 2004 (02.12.2004) (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KIENHÖFER, Christine** [DE/DE]; Öschelbronner Weg 19, 75223 Niefern-Öschelbronn (DE). **MORLOCK, Eckhard** [DE/DE]; Bilfinger-Strasse 7, 75203 Königsbach-Stein (DE). **BECKER, Andreas** [DE/DE]; Ritterstrasse 2, 75181 Pforzheim (DE). **RAUSCHNABEL, Eberhard** [DE/DE]; Draistrasse 19, 76307 Karlsbad (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
203 19 051.3 3. Dezember 2003 (03.12.2003) DE (74) Anwälte: **TWELMEIER, Ulrich** usw.; Zerrennerstrasse 23-25, 75172 Pforzheim (DE).
10 2004 005 096.1 27. Januar 2004 (27.01.2004) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A TUBULAR DRIVE SHAFT, IN PARTICULAR A CARDAN SHAFT FOR A MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINER ROHRFÖRMIGEN ANTRIEBSWELLE, INSBESONDERE KARDANWELLE FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG



(57) Abstract: The invention relates to a method for producing a tubular drive shaft, in particular a cardan shaft for a motor vehicle. Said shaft comprises a first section (1) with a first diameter D, a second section (2) with a second diameter d, the measurement d being smaller than the measurement D, in addition to a transition section (3), in which the diameter of the drive shaft diminishes from D to d and which is provided with an annular bead (5), which coaxially surrounds the longitudinal axis (4) of the drive shaft. According to said method, a tube with a first diameter D is reshaped and in the process reduced in diameter to form the second section (2) and the transition section (3). The bead (5) is formed during, after, or during a break in the reshaping process that results in the production of the second section (2) with the second diameter d.

(57) Zusammenfassung: Beschrieben wird ein Verfahren zum Herstellen einer rohrförmigen Antriebswelle, insbesondere Kardanwelle für ein Kraftfahrzeug, welche einen ersten Abschnitt (1) mit einem ersten Durchmesser D und einen zweiten Abschnitt (2) mit einem zweiten Durchmesser d hat, wobei d kleiner als D ist, und mit einem Übergangsabschnitt (3), in welchem der Durchmesser der Antriebswelle von D auf d abnimmt und sich eine ringförmige Sicke (5) befindet, welche die Längsachse (4) der Antriebswelle coaxial umgibt, in dessen Verlauf ein Rohr mit dem ersten Durchmesser D zum Bilden des zweiten Abschnitts (2) und des Übergangsabschnitts (3) umgeformt und dadurch im Durchmesser verkleinert wird. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Sicke (5) während, nach oder in einer Pause des Umformvorganges gebildet wird, der den zweiten Abschnitt (2) mit dem zweiten Durchmesser d als Ergebnis hat.

WO 2005/054693 A1



(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

RF02E001WO/ts04s097/TW/ts/29.11.2004

ROTAFORM GmbH, Dieselstraße 2, 75203 Königsbach-Stein

**Verfahren zum Herstellen einer rohrförmigen Antriebswelle, insbesondere
Kardanwelle für ein Kraftfahrzeug**

5 Beschreibung:

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren mit den im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Merkmalen.

Aus der DE 41 13 709 C2 ist eine Kardanwelle bekannt, welche einen ersten Abschnitt mit einem ersten Durchmesser und einen zweiten Abschnitt mit einem zweiten Durchmesser hat, wobei der zweite Durchmesser kleiner als der erste Durchmesser ist. Zwischen dem ersten Abschnitt und dem zweiten Abschnitt gibt es einen Übergangsabschnitt, in welchem der Durchmesser von dem größeren ersten Durchmesser auf den kleineren zweiten Durchmesser abnimmt. Mit dieser Ausbildung wird bezweckt, dass beim Aufprall eines Kraftfahrzeuges auf ein Hindernis die Kardanwelle bei möglichst wenig Energieverzehr zusammengeschoben werden kann, indem sich unter Verformung des Übergangsabschnittes der erste Abschnitt der Kardanwelle mit dem größeren Durchmesser über den

zweiten Abschnitt der Kardanwelle mit dem kleineren Durchmesser schiebt. Dabei besteht die Gefahr, dass die Kardanwelle ausknickt. Das ist unerwünscht, weil das Ausknicken ein unkontrolliertes Verformungsverhalten zur Folge haben würde. Die DE 41 13 709 C2 offenbart deshalb, in der Kardanwelle einen Rohr-
5 stutzen vorzusehen, welcher mit einem Abschnitt kleineren Durchmessers fest in dem zweiten Abschnitt der Kardanwelle mit dem kleineren Durchmesser steckt. Von dort aus erstreckt sich der Rohrstutzen in den ersten Abschnitt der Kardanwelle mit dem größeren Durchmesser und hat dort einen Abschnitt mit einem
10 Durchmesser, welcher dem Innendurchmesser des ersten Abschnittes der Kardanwelle angenähert ist. Wenn sich im Falle eines Aufpralls die beiden Abschnitte der Kardanwelle ineinanderschieben, soll der Rohrstutzen eine das Ausknicken der Kardanwelle verhindernde Führung bewirken, so dass die Kardanwelle Verformungsenergie nur aufnimmt, bis ihr zweiter Abschnitt von ihrem ersten Abschnitt abreißt.

15 Es ist weiterhin bekannt, eine Kardanwelle der in der DE 41 13 709 C2 beschriebenen Art dahingehend weiterzubilden, dass sich in der Außenseite des Übergangsabschnittes zwischen dem ersten, im Durchmesser größeren Abschnitt und dem zweiten, im Durchmesser kleineren Abschnitt der Kardanwelle eine ringförmige Sicke befindet, welche coaxial zur Längsachse der Kardanwelle angeordnet
20 ist. Durch diese Sicke soll festgelegt werden, an welcher Stelle sich der Übergangsabschnitt im Falle eines Aufpralls zu falten beginnt und später reißt. Es ist bekannt, eine solche Kardanwelle mit einer Sicke im Übergangsabschnitt dadurch herzustellen, dass man von einem Rohr ausgeht, welches den Durchmesser hat, den die Kardanwelle in ihrem ersten Abschnitt haben soll. In dieses Rohr
25 rollt oder dreht man an der Stelle, an welcher sich später der Übergangsabschnitt befinden soll, die Sicke ein, wozu man in radialer Richtung auf das Rohr einwirkt. Anschließend werden durch Rundkneten, Ziehen oder Pressen des Rohres der zweite Abschnitt der Kardanwelle mit dem kleineren Durchmesser und der Übergangsabschnitt gebildet. Danach wird der vorgefertigte Rohrstutzen durch den ersten Abschnitt des Kardanwelle hindurch in diese eingeführt und in deren
30

zweiten Abschnitt, dass ist der Abschnitt mit dem kleineren Durchmesser, eingepresst.

5 Trotz der Sicke unterliegt das Verformungsverhalten von so hergestellten Kardanwellen Schwankungen, die unerwünscht groß sind. Die Schwankungen sind deshalb unerwünscht, weil sie Vorhersagen über das Verformungsverhalten und davon abhängige konstruktive Vorkehrungen zur Erfüllung eines vorgegebenen Maßes an passiver Sicherheit des Kraftfahrzeuges erschweren.

10 Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Weg aufzuzeigen, wie die Schwankungen im Verformungsverhalten von Antriebswellen der vorstehend genannten Art ohne Einbuße an Sicherheit verringert werden können.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen sowie durch eine nach dem Verfahren hergestellte Antriebswelle. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

15 Erfindungsgemäß wird nicht eine Sicke in das Rohr, aus welchem die Antriebswelle zu bilden ist, gerollt oder gedreht, bevor das Rohr umgeformt wird, um neben einem ersten Abschnitt mit größerem Durchmesser einen zweiten Abschnitt mit kleinerem Durchmesser zu bilden. Vielmehr wird die Sicke erfindungsgemäß während des Umformvorganges oder nach dem Umformvorgang oder in einer
20 Pause des Umformvorganges gebildet, der den zweiten Abschnitt der Antriebswelle mit dem kleineren, zweiten Durchmesser d als Ergebnis hat. Das hat wesentliche Vorteile:

- ♦ Die Lage der Sicke im Übergangsabschnitt der Antriebswelle läßt sich genauer vorherbestimmen.
- 25 ♦ Die Form der Sicke läßt sich genauer vorherbestimmen.

- ♦ Die Abmessungen der Sicke, insbesondere ihre Tiefe, lassen sich mit größerer Genauigkeit vorherbestimmen.
 - ♦ Die Sicke zeichnet sich durch eine höhere Gleichmäßigkeit aus.
 - ♦ Die Gefahr einer exzentrischen Lage der Sicke ist verringert.
- 5 ♦ Das Umformen des Rohrs zur Bildung des zweiten Abschnitts mit dem kleineren Durchmesser d , welches insbesondere durch Rundkneten oder Ziehen erfolgen kann, verändert die Lage, die Gestalt und die Abmessungen der Sicke nicht oder mindestens weniger als bei Anwendung des bekannten Verfahrens.
- 10 ♦ Das Verformungsverhalten der Antriebswelle unterliegt weniger Schwankungen als bisher.
- ♦ Das Gewährleisten eines vorgegebenen Maßes an passiver Sicherheit im Fahrzeug wird erleichtert.
 - ♦ Die Kosten des erfindungsgemäßen Verfahrens liegen in derselben
- 15 Größenordnung wie die Kosten des bekannten Verfahrens oder darunter.
- ♦ Bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens wirkt sich eine lokal unterschiedliche Härte, welche zum Beispiel im Bereich einer Schweißnaht des Rohres auftreten kann, nur noch minimal auf Schwankungen der Tiefe der Sicke aus.
- 20 Als Verfahren zum Umformen des Rohrs, um einen Abschnitt kleineren Durchmessers und einen Übergangsabschnitt zum Abschnitt mit dem größeren Durchmesser zu erreichen, eignen sich insbesondere das Rundkneten und/oder das Ziehen.

25 Die Sicke wird vorzugsweise in der Außenseite des Übergangsabschnittes gebildet. Dafür gibt es mehrere Möglichkeiten und es erleichtert die Kontrolle des Arbeitsergebnisses. Je nach dem Verfahren, welches für das Bilden der Sicke ausgewählt wird, ist es jedoch auch möglich, die Sicke in der Innenseite des Übergangsabschnittes zu bilden; eine an der Innenseite vorgesehene Sicke kann für das Einstülpen und Abreißen des Rohres, aus welchem die Antriebswelle

gebildet ist, günstiger sein als eine auf der Außenseite des Übergangsabschnitts vorgesehene Sicke. An der Innenseite kommt eine Sicke insbesondere dann infrage, wenn sie in den Übergangsabschnitt gedrückt wird. Die Sicke in den Übergangsabschnitt zu drücken ist die bevorzugte Art und Weise, die Sicke zu bilden.

- 5 Eine andere Möglichkeit, die Sicke durch spanlose Bearbeitung zu bilden, ist, sie in den Übergangsabschnitt zu rollen. Wenn das Rohr durch Rundkneten umgeformt werden soll, besteht eine günstige Möglichkeit, die Sicke zu formen, darin, dass man Knetbacken einsetzt, welche an ihrer Vorderseite, mit welcher sie auf das Rohr einwirken, mit einem Vorsprung versehen sind, dessen Kontur sich in
- 10 dem entstehenden Übergangsabschnitt der Antriebswelle abbildet.

Es ist aber auch möglich, wenn auch nicht bevorzugt, die Sicke an der Außenseite durch spanende Bearbeitung, insbesondere durch Drehen, zu bilden.

- Die Sicke kann nicht nur auf der Innenseite oder der Außenseite des Übergangsabschnitts gebildet werden, sondern auch auf beiden Seiten, insbesondere deckungsgleich. Zweckmäßigerweise sind die Sicken in diesem Fall zusammenge-
- 15 nommen ungefähr so tief wie die Sicke in dem Fall, dass sie als einzige im Übergangsabschnitt vorgesehen ist.

- Ist in dem Übergangsabschnitt nur eine einzige Sicke vorgesehen, dann wird sie vorzugsweise mit einer Tiefe von 0,15 mm bis 0,3 mm, insbesondere 0,2 mm aus-
- 20 gebildet. Das hat sich für den Zweck der Sicke als besonders zweckmäßig erwiesen und nimmt zugleich darauf Rücksicht, dass es die eigentliche Aufgabe der Antriebswelle ist, Drehmomente zu übertragen. Sind zwei deckungsgleiche Sicken vorgesehen, eine auf der Außenseite und eine auf der Innenseite, dann sind sie zweckmäßigerweise zusammengenommen ungefähr 0,15 mm bis 0,3 mm tief.

- 25 Die beim Formen der Sicke auftretenden Kräfte werden vorzugsweise von einem Widerlager aufgefangen, welches dem Übergangsabschnitt der Antriebswelle auf seiner der Sicke abgewandten Seite zeitweilig angelegt wird. Auf diese Weise

erhält man eine in Gestalt und Tiefe besonders gleichmäßige und damit für Zwecke der Erfindung besonders vorteilhafte Sicke. Es ist aber auch möglich, eine Sicke auszubilden, welche sich nicht ohne Unterbrechung über einen Umfangswinkel von 360 ° erstreckt, sondern welche an einigen Stellen unterbrochen ist. Diese Stellen sind vorzugsweise regelmäßig über den Umfang des Übergangsabschnitts verteilt. Sie ermöglichen das Übertragen größerer Drehmomente bei gleichzeitigem Erfüllen der Aufgabe der Sicke, im Falle eines Crash ein Einstülpen und Abreißen der Antriebswelle am vorbestimmter Stelle herbeizuführen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den beigefügten Zeichnungen dargestellt, in welchen gleiche oder einander entsprechende Teile mit übereinstimmenden Bezugszahlen bezeichnet sind.

Figur 1 zeigt im Längsschnitt eine Antriebswelle, welche nach einem Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung hergestellt ist,

Figur 2 zeigt das Detail X aus Figur 1, die

Figuren 2a und 2b zeigen Abwandlungen von Figur 2

Figur 3 zeigt im Längsschnitt eine Antriebswelle mit Werkzeugen für das Einformen einer Sicke,

Figur 4 zeigt in einer Darstellung entsprechend der Figur 3 ein zweites Beispiel für die Herstellung einer Sicke in der Antriebswelle,

Figur 5 zeigt in einer Darstellung entsprechend der Figur 3 ein drittes Beispiel für das Einformen einer Sicke in eine Antriebswelle, und

Figur 6 zeigt in einer Ansicht auf den Übergangsabschnitt der Antriebswelle in Abwandlung des Beispiels aus Figur 1 eine Sicke mit Unterbrechungen.

Die in Figur 1 dargestellte Antriebswelle ist ausgehend von einem zylindrischen Rohr mit dem Außendurchmesser D gebildet. Dieses Rohr wird zunächst durch Umformen, insbesondere durch Ziehen oder Rundkneten, auf einem Teil seiner Länge bearbeitet. Dadurch verbleibt ein erster Abschnitt 1 des Rohres bei seinem ursprünglichen Außendurchmesser D und es entsteht ein zweiter Abschnitt 2 mit einem zweiten, kleineren Außendurchmesser d. Damit sich im Falle eines Aufpralls der Abschnitt 1 über den Abschnitt 2 schieben kann oder sich der Abschnitt 2 in den Abschnitt 1 hineinschieben kann, ist der Außendurchmesser d wenigstens um die Wandstärke des ersten Abschnittes 1 kleiner als der Innendurchmesser des Abschnittes 1. Zwischen den Abschnitten 1 und 2 befindet sich ein Übergangsabschnitt 3 mit einem im Längsschnitt andeutungsweise S-förmigen Verlauf, dessen größte Steigung gegenüber der Längsachse 4 der Antriebswelle vorzugsweise 45 ° bis 80 ° beträgt. In die Außenseite des Übergangsabschnittes 3 ist eine ringförmige Sicke 5 eingeformt, welche koaxial in Bezug auf die Längsachse 4 angeordnet ist. Figur 2 zeigt, welche Gestalt die auf diese Weise gebildete Sicke 5 im Ausführungsbeispiel hat. Da sie nur ungefähr 0,2 mm tief ist, ist sie in Figur 2 übertrieben dargestellt. Figur 2a und Figur 2b zeigen Alternativen zu Figur 2. In Figur 2a befindet sich die Sicke 5 nicht auf der Außenseite, sondern auf der Innenseite des Übergangsabschnitts 3. In Figur 2b befindet sich auf beiden Seiten des Übergangsabschnitts 3 eine Sicke 5, und zwar liegen sie ungefähr deckungsgleich und sind nur ungefähr halb so tief wie in den Beispielen gemäß den Figuren 2 und 2a.

Ein Rohrstutzen 6 mit einem dünneren Hals 7 und einem dickeren Abschnitt 8, der in einen sich verjüngenden, kurzen Abschnitt 9 ausläuft, steckt mit seinem Hals 7 fest im zweiten Abschnitt 2 der Antriebswelle. Der Außendurchmesser des Halses 7 ist so auf den Innendurchmesser des zweiten Abschnittes 2 der Antriebswelle abgestimmt, dass sich beim Einführen des Halses 7 in den zweiten Abschnitt 2 ein Presssitz ergibt, durch welchen der Rohrstutzen 6 in der Antriebswelle fixiert wird. Der Außendurchmesser des dickeren Abschnittes 8 des Rohrstutzens 6 ist an den Innendurchmesser des Abschnittes 1 der Antriebswelle

angenähert, so dass sich zwischen beiden eine Führung ergibt, wenn im Falle eines Aufpralls die Abschnitte 1 und 2 der Antriebswelle ineinandergeschoben werden. Die Erfindung schließt aber auch Antriebswellen ein, in welchen ein Rohrstutzen 6 nicht vorgesehen ist.

- 5 Anhand der Figur 3 wird erläutert, wie eine solche Sicke 5 in den Übergangsabschnitt 3 einer Antriebswelle eingeformt werden kann. Dazu wird die Antriebswelle mit ihrem ersten Abschnitt 1 mittels einer Spanneinrichtung 11 eingespannt.

Von der Seite des ersten Abschnittes 1 her wird zweckmäßigerweise z. B. ein Widerlager 12 in die Antriebswelle eingeführt, welches eine Kontur hat, die dem
10 Verlauf der Innenseite der Antriebswelle an dem Übergangsabschnitt 3 und in der Nachbarschaft des Übergangsabschnitts 3 angepasst ist. Das Widerlager 12 wird mittels eines ersten Druckmittelzylinders 13 an die Innenseite des Übergangsabschnittes 3 gedrückt. In die Außenseite des Übergangsabschnittes 3 wird mittels eines hohlen Stempels 14, welcher an seiner Vorderseite eine Ringwulst 15 hat
15 und koaxial bezüglich der Längsachse 4 über den zweiten Abschnitt 2 der Antriebswelle geschoben wird, eine der Ringwulst 15 komplementäre ringförmige Sicke 5 in den Übergangsabschnitt 3 gedrückt. Dazu wird mittels eines zweiten Druckmittelzylinders 16 auf den Stempel 14 eingewirkt. Der Stempel 14 hat an seiner Vorderseite zu beiden Seiten der Ringwulst 15 eine Kontur 17, welche
20 komplementär mit der Kontur übereinstimmt, welche die Antriebswelle auf der Außenseite ihres Übergangsabschnittes 3 und in dessen Nachbarschaft haben soll. Hat die Antriebswelle bereits vor dem Einformen der Sicke 5 im Bereich des Übergangsabschnittes 3 die gewünschte Kontur, dann stellt das Zusammenwirken des Stempels 14 mit dem Widerlager 12 sicher, dass die gewünschte Kontur
25 beim Einformen der Sicke 5 nicht verändert, sondern beibehalten wird.

Hat die Antriebswelle jedoch im Bereich des Übergangsabschnittes 3 vor dem Einformen der Sicke 5 eine Kontur, welche von der gewünschten Kontur noch etwas abweicht, dann erhält der Bereich des Übergangsabschnittes 3 durch das

Pressen zwischen dem Stempel 14 und dem Widerlager 12 seine endgültige Kontur; die Kontur der Vorderseite des Stempels 14 hat in diesem Fall die Funktion einer Matrize, in welche der Übergangsabschnitt 3 der Antriebswelle durch das Zusammenwirken des Stempels 14 und des Widerlagers 12 hineingedrückt und kalibriert wird.

Eine Abwandlung der so gebildeten ringförmigen Sicke 5 ist in Figur 6 darstellt. Bei dieser Abwandlung ist die Sicke an drei Stellen unterbrochen. Die Unterbrechungen sind um 120° gegeneinander versetzt. Sie erlauben das Übertragen größerer Drehmomente unter Bewahrung der Aufgabe, im Crashfall ein Einstülpen und Abreißen des äußeren Rohrs der Antriebswelle an vorbestimmter Stelle herbeizuführen.

Das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4 unterscheidet sich von dem in Figur 3 darin, dass die Kontur des Übergangsabschnittes 3 noch deutlich von der gewünschten endgültigen Kontur abweicht: Zwischen dem ersten Abschnitt 1 mit dem Außendurchmesser D und dem zweiten Abschnitt 2 mit dem Außendurchmesser d liegt als Vorform z. B. ein konischer Übergangsbereich 3' vor, welcher noch eine größere Länge als die gewünschte endgültige Kontur des Übergangsabschnittes 3 aufweist, welche in Figur 4 in der unteren Hälfte der Zeichnung dargestellt ist. In diesem Fall wird durch das Zusammenwirken des Stempels 14 und des Widerlagers 12 die endgültige Kontur des Übergangsabschnittes 3 gebildet und dabei zugleich die Sicke 5 geformt.

Das in Figur 5 dargestellte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von den in den Figuren 3 und 4 dargestellten Ausführungsbeispielen darin, dass das in einer Spanneinrichtung 11 eingespannte Rohr, welches zu einer Antriebswelle umgeformt werden soll, endseitig gegen einen Anschlag 18 positioniert ist. Von der gegenüberliegenden Seite wird in das Rohr ein zylindrischer Dorn 19 eingeführt, dessen Außendurchmesser mit dem Innendurchmesser übereinstimmt, den der zweite Abschnitt 2 der Antriebswelle erhalten soll. Dieser zweite Abschnitt 2 wird

durch Rundkneten gegen den Dorn 19 gebildet. In Figur 5 sind für diesen Zweck zwei Knetbacken 20 schematisch dargestellt. Diese haben an ihrem dem Anschlag 18 zugewandten Ende eine Kontur 17, welche der gewünschten Kontur im Bereich des zu bildenden Übergangsabschnittes 3 entspricht. Dabei haben die

5 Knetbacken 20 in ihrer Kontur zusätzlich Abschnitte 21 einer Ringwulst, durch deren Einwirken auf das eingespannte Rohr zugleich mit den Kneten des Übergangsabschnittes 3 die Sicke 5 geformt wird.

Der vom Übergangsabschnitt 3 weiter entfernte zweite Abschnitt der Antriebswelle mit dem Durchmesser d kann auch durch Pressen anstatt durch Rundkneten

10 gebildet werden.

Sind der zweite Abschnitt 2 und der Übergangsabschnitt 3 der Antriebswelle geformt, kann durch den im Durchmesser größeren ersten Abschnitt 1 ein Rohrstutzen 6, wie in Figur 1 dargestellt, eingeführt und durch Einpressen in den zweiten Abschnitt 2 fixiert werden.

15 Erst nach dem Einführen des Rohrstutzens 6 wird entsprechend der Darstellung in Figur 1 ein dem zweiten Abschnitt 2 abgewandter dritter Abschnitt 10 der Antriebswelle durch Umformen, insbesondere durch Ziehen oder Rundkneten ausgehend vom Außendurchmesser D des ersten Abschnittes 1 geformt. Der dritte

20 Abschnitt 10, welcher bei Betrachtung der Figur 5 in dem an den Anschlag 18 angrenzenden Abschnitt des Rohrs geformt wird, weist vorzugsweise, aber nicht notwendigerweise, denselben Durchmesser d auf, den auch der zweite Abschnitt 2 aufweist. Zwischen dem ersten Abschnitt 1 und dem dritten Abschnitt 10 ergibt sich ein weiterer Übergangsabschnitt 22, in welchem erfindungsgemäß eine weitere Sicke gebildet werden kann, deren Aufgabe der Aufgabe der Sicke 5 im

25 Übergangsbereich 3 entspricht.

Bezugszahlenliste:

1. erster Abschnitt
2. zweiter Abschnitt
3. Übergangsabschnitt
- 5 3'. konischer Übergangsbereich
4. Längsachse
5. Sicke
6. Rohrstutzen
7. Hals von 6
- 10 8. dickerer Abschnitt von 6
9. sich verjüngender Abschnitt von 8
10. dritter Abschnitt
11. Spanneinrichtung
12. Widerlager
- 15 13. erster Druckmittelzylinder
14. Stempel
15. Ringwulst
16. zweiter Druckmittelzylinder
17. Kontur
- 20 18. Anschlag
19. zylindrischer Dorn
20. Knetbacken
21. Abschnitte einer Ringwulst
22. weiterer Übergangsabschnitt
- 25 23. Unterbrechungen

Ansprüche:

1. Verfahren zum Herstellen einer rohrförmigen Antriebswelle, insbesondere Kardanwelle für ein Kraftfahrzeug, welche einen ersten Abschnitt (1) mit einem ersten Durchmesser D und einen zweiten Abschnitt (2) mit einem zweiten Durchmesser d hat, wobei d kleiner als D ist, und mit einem Übergangsabschnitt (3), in welchem der Durchmesser der Antriebswelle von D auf d abnimmt und sich eine ringförmige Sicke (5) befindet, welche die Längsachse (4) der Antriebswelle coaxial umgibt,
5 in dessen Verlauf ein Rohr mit dem ersten Durchmesser D zum Bilden des zweiten Abschnitts (2) und des Übergangsabschnitts (3) umgeformt und dadurch im Durchmesser verkleinert wird,
10 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sicke (5) während, nach oder in einer Pause des Umformvorganges gebildet wird, der den zweiten Abschnitt (2) mit dem zweiten Durchmesser d als Ergebnis hat.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Rohr durch Rundkneten und/oder durch Ziehen umgeformt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sicke (5) in der Außenseite des Übergangsabschnittes (3) gebildet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sicke
20 in der Innenseite des Übergangsabschnittes (3) gebildet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine erste Sicke (5) in der Außenseite und eine zweite Sicke in der Innenseite des Übergangsabschnittes (3) gebildet wird.

6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sicke (5) so gebildet wird, dass sie sich ohne Unterbrechung über den gesamten Umfang des Übergangsabschnittes (3) erstreckt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**,
5 dass die Sicke (5) so gebildet wird, dass sie sich mit Unterbrechungen (23) über den Umfang des Übergangsabschnittes (3) erstreckt.
8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sicke (5) durch spanende Bearbeitung, insbesondere durch Drehen, gebildet wird.
- 10 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sicke (5) durch spanlose Bearbeitung gebildet wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sicke (5) in den Übergangsabschnitt (3) gerollt wird.
11. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sicke (5) in
15 den Übergangsabschnitt (3) gedrückt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sicke (5) durch Rundkneten gebildet wird.
13. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sicke (5) 0,15 mm bis 0,3 mm tief ausgebildet wird.

14. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kraft, mit welcher beim Formen der Sicke (5) auf den Übergangsabschnitt (3) eingewirkt wird, eine zur Längsachse (4) der Antriebswelle parallele Komponente hat.
- 5 15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die achsparallele Komponente der Kraft eine radiale Komponente der Kraft überwiegt.
16. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kraft nur achsparallel einwirkt.
- 10 17. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass beim Einformen der Sicke (5) in den Übergangsabschnitt (3), insbesondere beim Einformen der Sicke (5) durch Drücken, die dabei auftretenden Kräfte durch ein Widerlager (14) aufgefangen werden, welches dem Übergangsabschnitt (3) auf seiner der Sicke (5) abgewandten Seite zeitweilig angelegt wird.
- 15 18. Rohrförmige Antriebswelle, insbesondere Kardanwelle für ein Kraftfahrzeug, welche einen ersten Abschnitt (1) mit einem ersten Durchmesser D und einen zweiten Abschnitt (2) mit einem zweiten Durchmesser d hat, wobei d kleiner als D ist, und mit einem Übergangsabschnitt (3), in welchem der Durchmesser der Antriebswelle von D auf d abnimmt und sich eine ringförmige Sicke (5)
- 20 befindet, welche die Längsachse (4) der Antriebswelle koaxial umgibt, hergestellt nach einem Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche.